



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 02 366 A 1**

51 Int. Cl. 7:
F 02 M 61/16

21 Aktenzeichen: 100 02 366.5
22 Anmeldetag: 20. 1. 2000
43 Offenlegungstag: 2. 8. 2001

DE 100 02 366 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

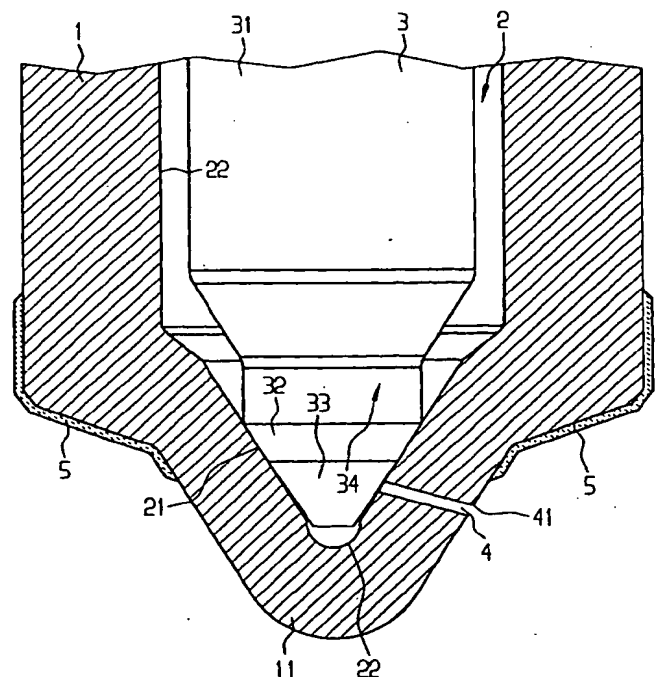
72 Erfinder:
Yalcin, Hakan, 93059 Regensburg, DE; Lewentz,
Günter, 93055 Regensburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Warmfeste Kraftstoffeinspritzdüse

57 Eine Kraftstoffeinspritzdüse für Brennkraftmaschinen umfasst einen Düsenkörper mit einer Schaftbohrung, wobei am brennraumseitigen Ende ein Kuppenbereich ausgebildet ist und wenigstens ein Spritzlochkanal in diesen Kuppenbereich eingebracht ist. Eine Düsennadel ist axial verschiebbar in der Schaftbohrung angeordnet und bildet an ihrer Spitze einen Dichtsitz zusammen mit der Innenseite der Düsenkuppe stromaufwärts vom Spritzlochkanal. Der im Brennraum angeordnete Kuppenbereich ist außen im Bereich des Dichtsitzes mit einer temperaturbeständigen Schicht bedeckt.



DE 100 02 366 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzdüse, die insbesondere für den Einsatz in einem Direkteinspritzsystem ausgelegt ist.

Eine solche Kraftstoffeinspritzdüse, wie sie unter anderem aus der DE 195 07 171 A1 bekannt ist, weist eine kolbenförmige Düsennadel auf, die in einer Schaftbohrung eines Düsenkörpers axial verschiebbar angeordnet ist. Die Schaftbohrung ist dabei im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet und an ihrem vorderen Ende mit einem konisch zulaufenden Kuppenbereich versehen, der von einem Sackloch abgeschlossen sein kann und in den Brennraum einer Brennkraftmaschine hineinragt. Die Düsennadel trägt an ihrem vorderen Ende einen Dichtkonus, den eine Düsenfeder im Ruhezustand auf den konisch zulaufenden Bereich der Schaftbohrung drückt. Vor Sackloch oder dem konisch zulaufenden Bereich der Schaftbohrung im Düsenkörper führt stromabwärts vom Dichtsitz der Düsennadel, je nach Einspritzdüsenbauart, wenigstens ein Spritzlochkanal durch den Düsenkörper in den angrenzenden Brennraum der Brennkraftmaschine.

Der Düsenkörper einer Kraftstoffeinspritzdüse wird im Allgemeinen aus einem Stahl, insbesondere einem als Einsatzstahl bekannten 18CrNi8-Stahl gefertigt, da dieser Werkstoff sich durch eine hohe Festigkeit und günstige Bearbeitungseigenschaften auszeichnet. Ein solcher Stahl weist eine Temperaturbeständigkeit bis ca. 300°C auf. Am Kuppenbereich des Düsenkörpers, der in den Brennraum der Brennkraftmaschine hineinragt, treten jedoch während des Verbrennungsprozesses Temperaturen von 250°C bis 300°C auf. Es besteht deshalb die Gefahr, dass der Düsenkörper im Kuppenbereich aufgrund der nicht ausreichenden Temperaturbeständigkeit des verwendeten Stahls weich wird und insbesondere im Bereich des Dichtsitzes dann Verformungen auftreten, die dazu führen können, dass die Einspritzdüse nicht mehr zuverlässig schließt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kraftstoffeinspritzdüse bereitzustellen, die bei hohen Temperaturen, insbesondere auch im Bereich von über 300°C, im Kuppenbereich eine ausreichende Festigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird durch eine Kraftstoffeinspritzdüse gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzdüse weist wenigstens in einem Teilbereich der Düsenkuppe, die in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine hineinragt, eine warmfeste Beschichtung auf, die auch bei hohen Temperaturen über 300°C eine ausreichende Festigkeit besitzt. Hierdurch wird eine lange Lebensdauer der Einspritzdüse gewährleistet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die temperaturbeständige Schicht insbesondere des Kuppenbereichs um den Dichtsitz herum an der Einspritzdüse ausgeführt. Hierdurch wird erreicht, dass der Düsenkörper im Bereich des Dichtsitzes der Düsennadel auch bei den erhöhten Temperaturen im Brennraum eine ausreichende Festigkeit zeigt, so dass ein zuverlässiges Abdichten der unterhalb des Dichtsitzes angeordneten Spritzlöcher durch die Düsennadel gewährleistet wird.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind auch die Spritzlöcher, insbesondere im Auslassbereich mit der warmfesten Schutzschicht versehen. Hierdurch kann der Spritzlochkanal ausgangseitig verengt werden, so dass beim Einspritzen eine Düsenwirkung entsteht.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Kuppenbereich einer Kraftstoffeinspritzdüse

in einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 einen Kuppenbereich einer Kraftstoffeinspritzdüse in einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 3 einen Ausschnitt eines Kuppenbereiches einer Kraftstoffeinspritzdüse in einer dritten Ausführungsform; und

Fig. 4 einen Ausschnitt eines Kuppenbereiches einer Kraftstoffeinspritzdüse in einer vierten Ausführungsform.

Fig. 1 zeigt den erfindungswesentlichen Teil einer Kraftstoffeinspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, die einen Düsenkörper 1 mit einer Schaftbohrung 2 aufweist, in der eine Düsennadel 3 angeordnet ist. Der Düsenkörper 1 weist an seinem in einem Brennraum der Brennkraftmaschine angeordneten Endbereich einen konisch zulaufenden Kuppenbereich 11 auf, der an seiner Spitze abgerundet ist. Die im Wesentlichen zylindrische Schaftbohrung 2 ist in dem konischen Kuppenbereich 11 des Düsenkörpers 1 ebenfalls mit einem konisch zulaufenden Bereich 21 versehen, der in einem Sackloch 22 endet.

Die in der Schaftbohrung 2 laufende Düsennadel 3 weist einen Schaftbereich 31 auf, der an seinem unteren Ende einen aus zwei Abschnitten 32, 33 bestehenden Dichtkonus 34 trägt. Der vorzugsweise mit einer abgeflachten Spitze versehene untere Abschnitt 33 des Dichtkonus 34 weist im Wesentlichen den gleichen Öffnungswinkel wie der konisch zulaufende Bereich 21 der Schaftbohrung 2 auf, wohingegen der den Schaftbereich 31 und den unteren Abschnitt 33 verbindende konische Zwischenabschnitt 32 des Dichtkonus 34 einen kleineren Öffnungswinkel besitzt. Wenn die Düsennadel 3 im Ruhezustand von einer Düsenfeder und/oder einem hydraulischen oder pneumatisch betätigten Steuerkolben (nicht gezeigt) auf den konisch zulaufenden Bereich 21 der Schaftbohrung 2 gedrückt wird, ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen Öffnungswinkel der beiden Abschnitte 32, 33 eine Linienberührung der Düsennadel 3 mit der Schaftbohrung 2, die eine hohe Press- und damit Dichtwirkung zeigt.

Da der Durchmesser eines zylindrischen Bereiches 22 der Schaftbohrung 2 größer ist als der Durchmesser des Schaftbereiches 31 der Düsennadel 3, bildet sich ein Druckraum zwischen dem Düsenkörper 1 und der Düsennadel 3, der über einen Druckkanal (nicht gezeigt) im Düsenkörper 1 mit einer Kraftstoffversorgung verbunden ist. Der zwischen dem Düsenkörper 1 und der Düsennadel 3 ausgebildete Druckraum wird an seiner Brennraum abgewandten Seite von einer am Schaftbereich 31 ausgebildeten Druckschulter (nicht gezeigt) begrenzt, an der der durch die Kraftstoffversorgung erzeugte Kraftstoffdruck angreift. Wenn der Druck auf der Druckschulter größer wird als die Haltekraft auf die Düsennadel 3, hebt die Düsennadel 3 vom Dichtsitz in der Schaftbohrung 2 ab und Kraftstoff kann in den Brennraum eingespritzt werden.

Zum Kraftstoffeinspritzen in den Brennraum einer Brennkraftmaschine ist im konisch zulaufenden Bereich 21 der Düsenkuppe 11 stromabwärts von der Linienberührung mit dem Dichtkonus 34 der Düsennadel 3 ein Spritzlochkanal 4 im Düsenkörper 1 ausgebildet. Über diesen Spritzlochkanal 4 wird bei geöffneter Düsennadel 3 der in den Druckraum zwischen der Düsennadel 3 und dem Düsenkörper 1 eingespeiste Kraftstoff dann in den Brennraum der Brennkraftmaschine abgegeben. Im Allgemeinen sind mehrere Spritzlochkanäle um den Kuppenbereich 11 verteilt, um je nach Brennraumform eine Kraftstoffeinspritzung mit einem definierten Spritzlochkegelwinkel zu erzielen. Bei einem zentralen senkrechten Einbau der Kraftstoffeinspritzdüse sind die Spritzlochkanäle vorzugsweise symmetrisch mit gleichem Höhenwinkel um den Kuppenbereich 11 des Düsenkörpers 1 verteilt. Bei einer schräg stehenden Einspritzdüse

dagegen sind die Spritzlochkanäle zum Erzielen des gewünschten Spritzlochkegelwinkels unter verschiedenen Höhenwinkeln, jedoch vorzugsweise mit gleichen Seitenwinkeln in den Kuppenbereich 11 des Düsenkörpers 1 eingebracht.

Die Kraftstoffeinspritzdüse ist so im Brennraum der Brennkraftmaschine angeordnet, dass der vordere Düsenkörperabschnitt, insbesondere der Kuppenbereich 11, in den Brennraum der Brennkraftmaschine hineinragt. Dieser Bereich ist deshalb hohen Temperaturen von über 300°C ausgesetzt, die im Bereich der Düsenkuppe beim Verbrennungsprozess auftreten.

Der Düsenkörper 1 von Kraftstoffeinspritzdüsen wird vorzugsweise aus Stahl, insbesondere sogenannten Einsatzstahl 18CrNi8 gefertigt, da sich Stahl einfach bearbeiten lässt und sich durch eine hohe Festigkeit auszeichnet. Ein solcher Stahl ist jedoch nur bis zur einer Temperatur von 300°C zuverlässig temperaturbeständig. Es besteht deshalb die Gefahr, dass der Stahl im Bereich der Düsenkuppe 11 aufgrund der hohen Verbrennungstemperaturen weich wird, und insbesondere Verformungen am Dichtsitz der Düsenadel 3 auftreten, die dazu führen können, dass keine vollständige Linienberührung zwischen dem Dichtkonus 34 an der Düsenadel 3 und dem konisch zulaufenden Bereich 21 der Schaftbohrung 2 zustande kommt. Um eine höhere Temperaturbeständigkeit im Bereich der Düsenkuppe 11 zu erzielen, die auch bei Temperaturen über 300°C für eine ausreichende Festigkeit sorgt, ist der Düsenkörper 1 an den sich in Brennraum erstreckenden Abschnitt zusätzlich mit einer temperaturbeständigen Schicht 5 versehen. Die temperaturbeständige Schicht 5 vermindert dabei den Wärmeübergang aus dem Brennraum auf den Düsenkörper 1 wesentlich, wodurch eine warmfeste Düse erzielt wird.

Die temperaturbeständige Schicht 5 kann aus einem Werkstoff hergestellt sein, der hitzebeständig ist und eine schlechte Wärmeleitfähigkeit aufweist. Als Schichtwerkstoff eignen sich hier vor allem metallische oder keramische Schichtstoffe, insbesondere Wolframcarbit, das sich außerdem durch einen sehr geringen Abrieb auszeichnet. Aber auch andere warmfeste Legierungen vorzugsweise auf Ni- oder Co-Basis können eingesetzt werden. Weiterhin kann die temperaturbeständige Schicht 5, wie in Fig. 3 gezeigt ist, mehrlagig aufgebaut sein, wobei neben einer hitzebeständigen äußeren Schicht 51 eine zusätzlich innere wärmeisolierende Schicht 52 vorgesehen ist. Die hitzebeständige Schicht 51 kann dabei so ausgelegt werden, dass sie sich auch bei hohen Temperaturen gegen eine Einwirkung der chemisch aktiven Verbrennungsprodukte als beständig erweist. Die wärmeisolierende Schicht 52 ist zwischen der äußeren hitzebeständigen Schicht 51 und dem Düsenkörper 1 angeordnet und verhindert so, dass sich der Düsenkörper 1 im Kuppenbereich 11 auf hohe Temperaturen aufheizt. Die wärmeisolierende Schicht 51 kann dabei aus einem oder mehreren Werkstoffen bestehen, die sich durch eine geringe Wärmeleitfähigkeit auszeichnen. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, die wärmeisolierende Schicht 52 porös auszubilden, da Mikro-Hohlräume für eine schlechte Wärmeleitung sorgen. Die Mikro-Hohlräume in der wärmeisolierenden Schicht 52 können sich dabei aus der Werkstoffstruktur selbst ergeben oder durch ein spezielles Herstellungsverfahren ausgebildet werden.

Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist die wärmebeständige Schicht 5 dabei auf dem gesamten, sich in den Brennraum erstreckenden Düsenkörperbereich eingebracht. Wie Fig. 2 zeigt, besteht jedoch auch die Möglichkeit, die temperaturbeständige Schicht 5 im Wesentlichen nur im Bereich des Dichtsitzes der Düsenadel 3 am konisch zulaufenden Bereich 21 der Schaftbohrung 2 vorzusehen. Beim

Düsenkörper 1 ist nämlich eine verbesserte Temperaturbeständigkeit vor allem in diesem Bereich notwendig, da hier eine hohe Festigkeit für einen zuverlässigen Dichtsitz der Düsenadel 3 in der Schaftbohrung 2 erforderlich ist, damit eine sichere Abdichtung der Spritzlöcher 4 erfolgen kann. Durch eine nur teilweise Bedeckung des Düsenkörpers 1 mit einer zusätzlichen temperaturbeständigen Schicht lässt sich ein wesentlicher Kostensparungseffekt gegenüber einer vollständigen Bedeckung erzielen. Die Aufbringung der wärmebeständigen Schicht kann bei der in Fig. 1 oder 2 gezeigten Ausführungsform durch Aufdampfen oder andere Beschichtungsverfahren, wie z. B. Sputtern, je nach eingesetztem Material erfolgen, wobei nicht zur Beschichtung vorgesehene Bereiche des Düsenkörpers 1 abgedeckt werden.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der sich die wärmebeständige Schicht 5 auch in den Spritzlochkanal 4 hinein erstreckt. Hierdurch wird der Auslassbereich 41 des Einspritzloches 4 zum Brennraum hin verengt, wodurch sich ein düsenförmiger Querschnitt des Spritzlochkanals 4 ergibt. Durch die daraus resultierende Düsenwirkung des in den Brennraum eingespritzten Kraftstoffes lässt sich eine erhöhte Einspritzgeschwindigkeit und damit verbesserte Kraftstoffaufbereitung im Brennraum erreichen, wodurch sich der Verbrennungsverlauf wesentlich verbessert und sich so die Emissionswerte und Verbrennungsgeräusche reduzieren lassen.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Einspritzdüse mit einer zusätzlichen temperaturbeständigen Schicht 5 auf dem sich in den Brennraum erstreckenden Düsenkörperbereich besteht die Möglichkeit, auch bei Düsenkörpern, die aus den herkömmlicherweise verwendeten Stählen, insbesondere Einsatzstahl 18CrNi8, hergestellt sind, eine hohe Wärmebeständigkeit zu erreichen.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzdüse für eine Brennkraftmaschine umfassend

- einen Düsenkörper (1) mit einer Schaftbohrung (2), wobei am brennraumseitigen Ende des Düsenkörpers (1) ein Kuppenbereich (11) ausgebildet ist, und wenigstens ein Spritzlochkanal (4) in diesen Kuppenbereich (11) eingebracht ist, der die Schaftbohrung (2) mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbindet, und
- eine Düsenadel (3), die axial verschiebbar in einer Schaftbohrung (2) des Düsenkörpers (1) angeordnet ist, und eine Spitze (32, 33) aufweist, die in Ruhestellung stromaufwärts vom Spritzlochkanal (4) gegen einen Bereich (21) in der Düsenkuppe (11) gedrückt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass der sich in den Brennraum der Brennkraftmaschine erstreckende Kuppenbereich (11) des Düsenkörpers (1) wenigstens im Bereich des Dichtsitzes der Düsenadel (3) in der Schaftbohrung (2) an seiner Außenseite mit einer temperaturbeständigen Schicht (5), vorzugsweise für Temperaturen über 300°C, beschichtet ist.

2. Einspritzdüse gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die temperaturbeständige Schicht (5) einen metallischen oder keramischen Werkstoff mit niedriger Wärmeleitfähigkeit enthält.

3. Einspritzdüse gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die temperaturbeständige Schicht (5) mehrlagig aufgebaut ist, wobei eine äußere hitzebeständige Schicht (51) und eine innere wärmeisolierende (52) Schicht vorgesehen sind. 5
4. Einspritzdüse gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die innere wärmeisolierende Schicht (52) Mikro-Hohlräume umfasst.
5. Einspritzdüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die temperaturbeständige Schicht (5) gegen die Einwirkung von chemisch aktiven Verbrennungsprodukten beständig bleibt. 10
6. Einspritzdüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die temperaturbeständige Schicht in den Auslassbereich (41) des Spritzlochkanals (4) hinein erstreckt, so dass sich ein düsenförmiger Querschnitt des Spritzlochkanals (4) ergibt. 15

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

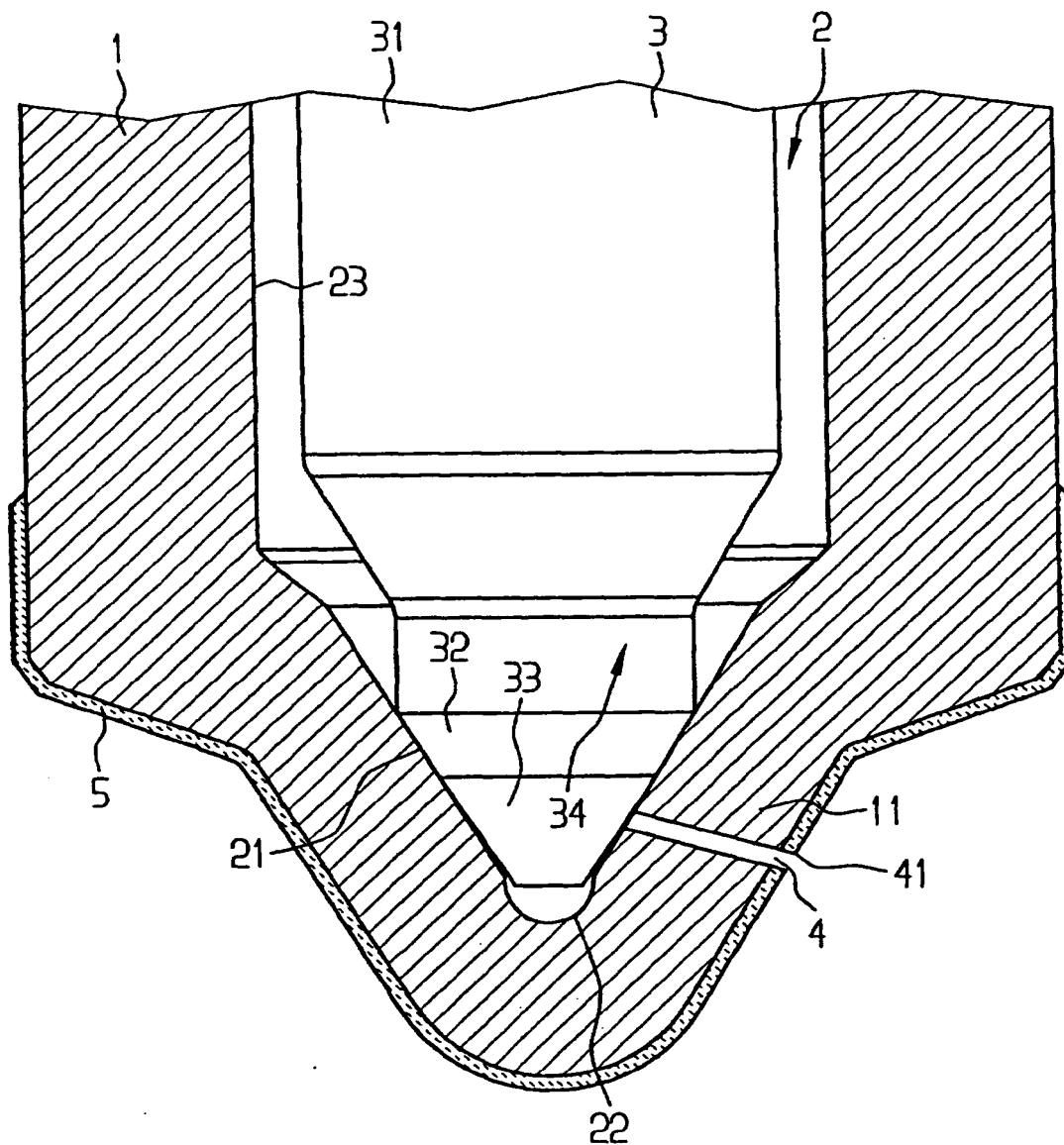


FIG 2

